نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم، شماره چهارم، ۱۳۹۲
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر تیمارهای غرقابی دایم و دوره‌ای بر رشد، صفات ریختی و فیزیولوژی نهال‌های گلدانی یک‌ساله بلندمازو در منطقه جلگه‌ای نور

قاسم‌علی پاراد[۱]، *مسعود طبری[۲] و سیداحسان ساداتی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، [۲]دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، [۳]استادیار مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، مازندران

تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۱٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۱۲

چکیده

به‌منظور بررسی رشد، مورفولوژی و تغییرات فیزیولوژیک نهال‌های یک‌ساله و گلدانی بلندمازو، آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار و ۳ تیمار با مجموع ٤۸ اصله نهال در رژیم غرقابی دایم، غرقابی دوره‌ای (۲ هفته در میان به‌مدت ۱۲۰ روز) و تیمار شاهد به‌مدت ۱۲۰ روز در دانشکده منابع طبیعی نور انجام شد. نتایج آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) نشان داد که تنها غرقابی دایم باعث کاهش ۱۹ درصد در میزان زنده‌مانی نهال‌ها نسبت به شاهد شده است در حالی‌که زنده‌مانی نهال‌ها در شرایط غرقابی دوره‌ای نسبت به شاهد بدون تغییر مانده است که دلیل آن را می‌توان به تولید ریشه‌های نابه‌جا و زه‌کشی خاک نسبت داد که باعث افزایش تبادلات گازی محیط اطراف ریشه می‌شود. همچنین غرقابی باعث به‌وجود آمدن کاهش معنی‌دار در میانگین مشخصه‌های رویشی، بیوماس اندام‌ها و فعالیت‌های فیزیولوژیک مانند فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای، تعرق و پتانسیل آبی نهال‌ها گردید. این کاهش جز در طول ریشه‌دوانی و نسبت طول ریشه به ساقه، غرقابی دوره‌ای بیش‌تر از غرقابی دایمی بوده است. البته رویش قطری در شرایط غرقابی تناوبی به مراتب بیش‌تر از غرقابی دایم بود ولی نسبت به شاهد اندکی افزایش داشت که می‌توان علت آن را می‌توان به توسعه ابعاد سلول‌های آوندهای چوبی نسبت داد. به‌طورکلی براساس یافته‌های این پژوهش می‌توان بیان نمود که نهال‌های بلندمازو تحمل به‌نسبت خوبی به شرایط غرقابی (به‌ویژه غرقابی دوره‌ای) نشان دادند. پیشنهاد می‌شود در عرصه‌های

* مسئول مکاتبه: masoudtabari@yahoo.com

جنگلی تخریب‌یافته که در معرض شرایط غرقابی قرار دارند و یا مناطقی که زادآوری طبیعی این گونه در اثر شرایط غرقابی محدود می‌شود، چنین پژوهش‌هایی با نهال‌های بیش‌تر و در مراحل رویشی مختلف و دوره طولانی‌تر با این گونه و نیز گونه‌هایی با سرشت اکولوژیک مشابه انجام شود.

واژه‌های کلیدی: بلندمازو، تنش غرقابی، ریشه نابه‌جا، منطقه جلگه‌ای نور، هدایت روزنه‌ای

مقدمه

خطر غرقاب شدن نهال‌ها یکی از مهم‌ترین فاکتورهای غیرزیستی تعیین‌کننده تنوع گونه‌ها در مناطق جلگه‌ای پرباران می‌باشد (هیگا و همکاران، ۲۰۱۱). تنش غرقابی در کنار تغذیه بذرها، چرای نهال، سرمازدگی، رقابت علف‌های هرز و سطوح کم‌نور در طبقات زیرین تاج پوشش یکی از عوامل مؤثر در نبود زادآوری مناسب بلوط در سال‌های اولیه می‌باشد (روحی‌مقدم و همکاران، ۲۰۰۹). تحت شرایط غرقابی اکسیژن هوا در خاک کاهش یافته و گیاه اکسیژن کافی برای رشد ریشه در اختیار نخواهد داشت در نتیجه سیستم ریشه‌ای دچار اختلال شده و گیاه نمی‌تواند آب را به‌خوبی جذب کند و این امر باعث پژمردگی و کاهش نرخ فتوسنتز گیاه می‌شود (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۲۰۰۸). فرآیندهای فیزیولوژیک در شرایط کمبود کامل اکسیژن باعث می‌شود که تنفس به‌صورت بی‌هوازی درآید. در چنین شرایطی اکسیداسیون نهایی تنفس انجام نمی‌شود که این امر منجر به تجمع استالوئید و اتانول و افزایش تولید اسید آبسزیک (گلنز و همکاران، ۲۰۰٦) و اتیلن و بسته شدن جزیی روزنه‌ها و بیش‌تر ریزش برگ‌ها و گل‌ها می‌شود (حسن‌زاده قورت‌تپه و قیاسی، ۲۰۰۸). فارمر و پزشکی (۲۰۰٤) نشان دادند که غرقابی دوره‌ای اثرات مضری روی هدایت روزنه‌ای، رویش ارتفاعی و زنده‌مانی نهال‌های *Quercus nuttalli* داشته است. مطالعات انجام شده در زمینه غرقابی دوره‌ای توسط پزشکی و همکاران (۱۹۹۸) نشان داد که سطح برگ، نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق نهال‌های بید سیاه (*Salix nigra*) در اثر شرایط غرقابی کاهش یافت طوری‌که این کاهش در سطح غرقابی دایمی بیش‌تر از غرقابی تناوبی بوده است. هم‌چنین نتایج ژیاولینگ و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان داد که فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و تعرق نهال‌های *Distylium chinense* پس از ٦۰ روز غرقابی و به‌دنبال آن ۳۰ روز زه‌کشی نسبت به نهال‌های تیمار کنترل کاهش داشته است.

مطالعات لی و همکاران (۲۰۰۵) پس از ۵۱ روز مطالعه روی نهال‌های *Salix nigra* نشان دادند که غرقابی دوره‌ای باعث کاهش نسبت طول ریشه به اندام هوایی، نرخ فتوسنتز و هدایت روزنه‌ای نهال‌ها شد ولی موجب کاهش رشد و بیوماس کل نهال نشد.

فعال‌سازی فرآیندهای مورد نیاز برای جوانه‌زنی جنین بذر گیاهان نیازمند اکسیژن کافی می‌باشد در حالی‌که شرایط غرقابی دسترسی اکسیژن مورد نیاز برای جوانه‌زنی را محدود می‌کند و از این طریق باعث نبود جوانه‌زنی مناسب بذرها (کوزلووسکی و پالاردی، ۱۹۹۷b) و نیز استقرار نداشتن زادآوری طبیعی مناسب در طبیعت می‌شود (کوزلووسکی، ۱۹۹۷). به همین دلیل مدیران پروژه‌های احیای جنگل به‌منظور احیای این مناطق از زادآوری مصنوعی استفاده می‌کنند. بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Meyer.) که در تیپ‌های مختلف خاک در جنگل‌های شمال ایران رشد کرده و ریشه‌دوانی آن در خاک‌های به نسبت سنگین و با پدیده هیدرومرفی بسیار خوب است (گرجی‌بحری، ۱۹۸۷) دومین گونه صنعتی جنگل‌های شمال ایران است که بعد از راش از نظر تعداد ۷/٦۵ درصد و از نظر حجم ۸/۰۱ درصد موجودی جنگل‌های شمال را به خود اختصاص داده است (رسانه و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین به‌دلیل ارزش زیاد اقتصادی و زیست‌محیطی و همچنین دامنه اکولوژیک بالا با شرایط اقلیمی و خاکی بسیاری از مناطق خزری (ثابتی، ۲۰۰٦) به‌عنوان یکی از بهترین گونه‌های بومی برای جنگل‌کاری و احیای مناطق مخروبه شمال کشور محسوب می‌شود (جلالی و حسینی، ۲۰۰۰).

نظر به اهمیت این گونه در جنگل‌کاری‌های کنار رودخانه‌ای که دارای خاک‌های هیدرومورف می‌باشند و همچنین به‌منظور بازسازی جنگل‌های جلگه‌ای ماندابی و نیز عرصه‌های پست شمال کشور که در معرض سیلاب‌های دوره‌ای قرار می‌گیرند این پژوهش به‌دنبال بررسی ویژگی‌های رشد و تغییرات فیزیولوژیک نهال‌های یک‌ساله و گلدانی بلندمازو در شرایط غرقاب دایم و دوره‌ای در یک دوره ۱۲۰ روزه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش، در اواخر زمستان ۱۳۸۹ تعداد ٤۸ اصله نهال یک‌ساله و ریشه لخت بلوط بلندمازو از بهترین و همسان‌ترین نهال‌ها (میانگین قطر ۰/۲۷±۸/٤۲ میلی‌متر، ارتفاع ۱/۲٤±٤۷ سانتی‌متر) از نهالستان کلوده آمل تهیه گردید. سپس در گلدان‌های پلاستیکی (با ابعاد ۲٤×۲۳ سانتی‌متر) با خاک لومی رسی- شنی (بدون اضافه کردن کود و با ترکیب ذرات به نسبت ۲۲ درصد سیلت، ۲۵ درصد رس و ۵۳ درصد شن) قرار داده و به‌مدت ۷۰ روز در فضایی باز در محوطه جنگل جلگه‌ای

دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس (واقع در نور) آبیاری (در حد ظرفیت زراعی) و وجین شدند. در محل مورد مطالعه، متوسط حداقل دمای سالیانه ۱۳/٤، متوسط حداکثر دمای سالیانه ۲۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۸۵ میلی‌متر بود (قنبری و همکاران، ۲۰۱۱). بعد از بازکاشت و قبل از اعمال سطوح غرقابی، خاک گلدان‌ها در حد ظرفیت زراعی آبیاری شدند. به‌دلیل سوراخ بودن گلدان‌ها، قبلاً نایلون‌هایی بدون منفذ داخل گلدان‌ها قرار داده شد. اما برای زه‌کشی و خروج آب از گلدان‌ها در نمونه‌های شاهد و غرقاب دوره‌ای منافذی در ته نایلون‌ها ایجاد شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی در ۳ تیمار و ٤ تکرار انجام شد. غرقابی در ۳ سطح شاهد، غرقاب دایم و غرقاب دوره‌ای در یک بازه زمانی ۱۲۰ روزه انجام شد (ژیاولینگ و همکاران، ۲۰۱۲). برای اعمال سطوح غرقابی، حوضچه‌ای به ابعاد ۹×۸ متر و با دیواره جانبی بتنی و سطوح تحتانی پوشیده شده از پلاستیک نرم که دیواره جانبی را هم در بر می‌گرفت (بدون سازه بتنی) ایجاد شد. حوضچه ایجاد شده به‌منظور تفکیک تیمارها به ۲ قسمت تقسیم و نهال‌های گلدانی تیمارهای غرقابی دایم و دوره‌ای هر کدام به‌طور جداگانه‌ای در داخل حوضچه مشخص قرار داده شد. در غرقاب دایمی، و غرقاب تناوبی به اندازه ۷ سانتی‌متر بالای سطح خاک غرقاب شد با این تفاوت که برای اعمال غرقابی تناوبی برای زه‌کشی کامل هر دو هفته نهال‌ها از محیط غرقاب بیرون و همانند تیمار شاهد نگهداری شدند (لی و همکاران، ۲۰۰۵). لازم به ذکر است که در هر دو سطح غرقابی، هر زمان که میزان آب حوضچه از حد موردنظر کم‌تر می‌شد آب‌دهی تا رسیدن به سطح موردنظر صورت می‌گرفت. در طول دوره آزمایش در فواصل یک ماه (در مجموع ٤ مرحله) وجین علف‌های هرز صورت گرفت.

اندازه‌گیری‌ها: در این پژوهش در ابتدای دوره (اواسط خرداد) و انتهای دوره (اواسط مهر) پارامترهای مورفولوژی نهال‌ها از جمله قطر، با استفاده از کولیس دیجیتالی (با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر)، ارتفاع با استفاده از خط‌کش مدرج (با دقت ۰/۱ متر) اندازه‌گیری شد و رویش‌های قطری و ارتفاعی از تفاضل میزان رشد در آخر و اول دوره محاسبه گردید. میزان زنده‌مانی هم از طریق تقسیم تعداد نهال‌های زنده در هر تکرار به تعداد کل نهال‌های هر تکرار محاسبه شد. آن‌گاه ۳ برگ کاملاً توسعه‌یافته از بالاترین قسمت هر نهال تهیه و با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter سطح هر برگ مشخص شد (یانگ و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین، برای هر تیمار از هر تکرار یک نهال از خاک خارج و پس از شستشوی خاک اطراف ریشه، طول بلندترین ریشه اندازه‌گیری شد. سپس هر یک از نهال‌ها با استفاده از قیچی باغبانی به ۳ قسمت ریشه، ساقه و برگ تفکیک شدند و بعد از قرار گرفتن در آون (دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت) با ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) توزین گردیدند. پس از این

مرحله وزن خشک ریشه، ساقه، برگ و وزن خشک کل نهال‌ها تعیین و نسبت وزن خشک ریشه به اندام هوایی (ساقه و برگ)، نسبت وزن خشک ریشه به کل و همچنین نسبت طول ریشه اصلی به ساقه محاسبه گردید. شایان ذکر است، ظهور منافذ هایپرتروفی روی ساقه غرقاب شده از نخستین روز آزمایش تنش به‌صورت روزانه کنترل می‌شدند؛ همچنین در انتهای دوره، تعداد ریشه نابه‌جا (تشکیل شده روی ریشه اصلی و ساقه واقع در آب) شمارش و در محاسبه بیوماس ریشه دخالت داده شدند. برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژی نهال‌ها از جمله نرخ فتوسنتز خالص (A)، نرخ تعرق (E)، هدایت روزنه‌ای (Gs) در یک روز آفتابی (اواسط شهریور ۱۳۹۰) و در هوای آزاد، تحت شرایط طبیعی دما، نور و رطوبت نسبی هوا (ساعت ۱۱–۹/۵) اندازه‌گیری شدند برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژی فتوسنتز، تعرق و هدایت روزنه‌ای از دستگاه اندازه‌گیری تبادلات گازی (Model LCpro+, ADC BioScientific Ltd., Hertfordshire, UK) قابل حمل، استفاده شد. برای این منظور از هر تکرار ۶–۳ برگ از بالغ‌ترین و توسعه‌یافته‌ترین برگ از قسمت‌های بالای نهال انتخاب شد (ژیاولینگ و همکاران، ۲۰۱۱). دمای هوا، رطوبت نسبی، دی‌اکسیدکربن محیط و شدت نور در طول اندازه‌گیری پارامترهای نام برده به‌ترتیب ۳۰–۲۸ سانتی‌گراد، ۸۰–۶۰ درصد، ۳۷۰–۳۵۰ میکرومول بر مول و ۱۵۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه ثبت شد. برای اندازه‌گیری پتانسیل آبی گیاه (Ψ) در یک روز آفتابی (ساعت ۱۳/۳۰–۱۲/۳۰) از دستگاه (Pressure chamber, Skye, SKPM 1400, UK) استفاده شد. برای این منظور از هر نهال ۵ برگ از توسعه‌یافته‌ترین و بالغ‌ترین برگ‌ها انتخاب گردید (ساک‌کالی و اوزتورک، ۲۰۰۴).

تجزیه و تحلیل آماری: تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SPSS.17 انجام شد و برای بررسی همگنی واریانس از آزمون لون و برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون مربع کای استفاده شد. همچنین به‌منظور مقایسه میانگین‌های پارامترهای نرمال و همگن از آزمون LSD و برای داده‌های نرمال و غیرهمگن از آزمون Dunnet' T3 استفاده شد (بی‌همتا و زارع‌چاهوکی، ۲۰۱۱). ترسیم نمودارها هم با استفاده از نرم‌افزار GraphPad Prism.5 صورت گرفت.

نتایج

در این پژوهش منافذ هایپرتروفی در تیمار غرقابی ۱۸ روز پس از اعمال شرایط غرقابی در قسمت‌هایی از ساقه گیاه که در آب قرار داشت، مشاهده شد (شکل ۱– الف). این منافذ پس از زه‌کشی نهال‌ها در تیمار غرقابی دوره‌ای از بین رفت. نتایج آزمون تجزیه واریانس نشان داد که همه پارامترهای مورد مطالعه در این پژوهش تحت‌تأثیر شرایط غرقابی کاهش یافته است (جدول ۱).

شکل ۱- تصویر (الف) منافذ هایپرتروفی (نقاط سفید رنگ) بر روی ساقه نهال غرقاب شده، تصویر (ب) ریشه‌های نابجا (ریشه‌های سفید) در کنار ریشه اصلی.

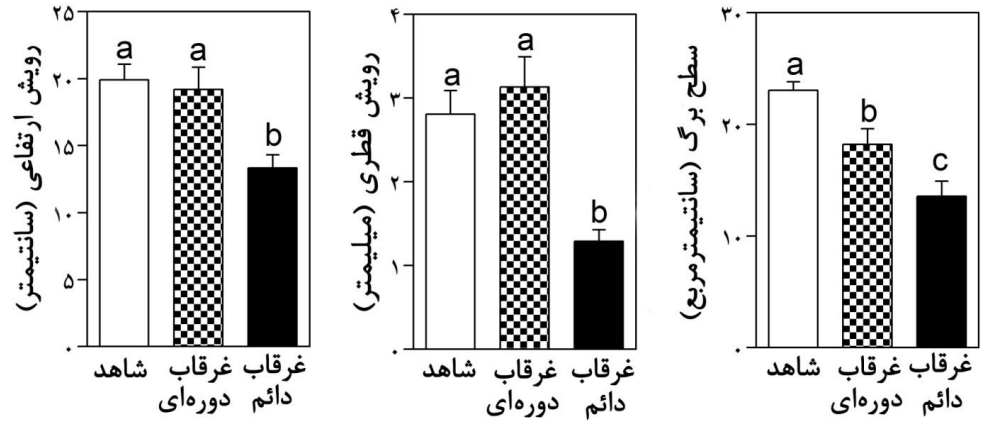
جدول ۱- نتایج آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه صفات اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف تیمار.

صفات	SS	d.f.	MS	F	P-value
رویش ارتفاعی*	۱۰٤/٦٦	۹	٥۲/۳۳	۷/۷٤	۰/۰۱۱
رویش قطری**	۷/۷۱	۹	۳/۸٥	۱۲/۸۱	۰/۰۰۲
سطح برگ**	۱۷۹/۹٦	۹	۸۹/۹۸	۱٥/۷۲	۰/۰۰۱
طول بلندترین ریشه**	۳۳۲٤/٥۰	۹	۱٦٦۲/۲٥	۹۹/۹۰	۰/۰۰۰
طول ریشه به ساقه**	۰/۸۱	۹	۰/٤۱	٦٥/۸۱	۰/۰۰۰
تعداد ریشه نابه‌جا**	۲۸۸/٦۷	۹	۱٤٤/۳۳	۹۹/۹۲	۰/۰۰۰
بیوماس خشک برگ**	۲۳۳/۷۰	۹	۱۱٦/۸٥	۱۷۹/۰۹	۰/۰۰۰
وزن خشک ساقه*	۲٦۹/۹٤	۹	۱۳٤/۹۷	٥/۸۰	۰/۰۲٤
بیوماس خشک ریشه**	۱۰٦۱/٤٤	۹	٥۳۰/۷۲	۱۱۸/۹۹	۰/۰۰۰
بیوماس کل**	۳۹۳۰/٥۷	۹	۱۹٦٥/۲۹	۲۸/٥۲	۰/۰۰۰
بیوماس ریشه به اندام هوایی**	۰/۱۸	۹	۰/۰۹۱	۱۱/۳۷	۰/۰۰۳
فتوسنتز**	٤۰/٤٦	۹	۲۰/۲۳	۳۲/٦۹	۰/۰۰۰
هدایت روزنه‌ای**	۰/۰٤	۹	۰/۰۲	۲٥۰/۷۸	۰/۰۰۰
تعرق**	۱٦/۹۰	۹	۸/٤٥	۷۱/۰۱	۰/۰۰۰
پتانسیل آبی**	۰/۷۷	۹	۰/۳۹	۱۱/۱۹	۰/۰۰٤

** معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * معنی‌داری در سطح ۰/۰٥ و اعداد ارایه شده برای درجه آزادی مربوط به درجه آزادی خطا می‌باشد.

همه نهال‌های تیمارهای شاهد و غرقابی دوره‌ای پس از پایان دوره آزمایش زنده ماندند و در تیمار غرقابی دایم تنها تعدادی (حدود ۱۹ درصد از نهال‌ها و یا به‌عبارتی ۳ اصله نهال از ۱٦ اصله نهال موجود) از نهال‌ها پس از تحمل تنش از بین رفت.

رویش ارتفاعی نهال‌های بلندمازو در تیمارهای غرقابی دایم و دوره‌ای به‌ترتیب ۳۳ و ٤ درصد کاهش یافت. در حالی‌که رویش قطری ٥٤ درصد در سطح غرقابی دایم کاهش یافته ولی در سطح غرقابی دوره‌ای ۱۲ درصد افزایش در رویش قطری مشاهده شده است. میانگین سطح برگ نهال‌های تحت تنش غرقابی نیز کاهش یافت و بیش‌ترین کاهش (مقدار ذکر شود) نیز در غرقابی دایم مشاهده شد (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین برخی از صفات مورفولوژیک بلندمازو تحت تنش غرقابی.

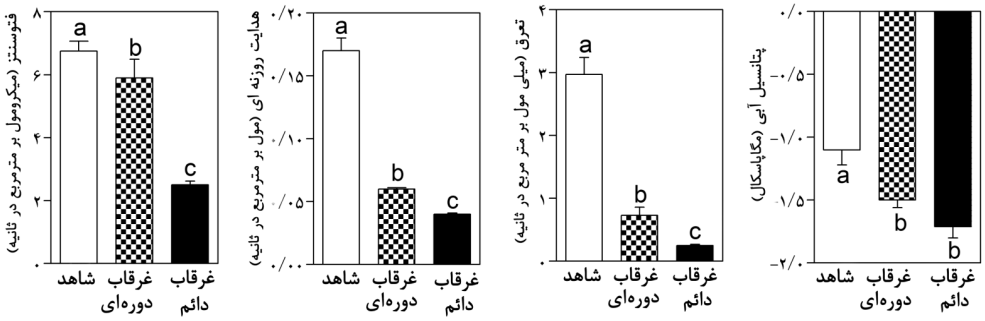
طول ریشه اصلی و نسبت طول ریشه اصلی به اندام هوایی در سطح شاهد به‌ترتیب ٦۸ سانتی‌متر و ۱/۰۳ گزارش شد که نسبت به سایر تیمارها بیش‌ترین مقدار بود و در سطح غرقابی دوره‌ای کم‌ترین مقدار بود، طوری‌که میزان این دو در سطح غرقابی دوره‌ای نسبت به شاهد ٦۰ درصد کاهش داشته است در حالی‌که طول ریشه اصلی و طول ریشه اصلی به اندام هوایی در تیمار غرقابی دایم به‌ترتیب ۳۸ و ۲۹ درصد کاهش یافت (جدول ۲).

ریشه‌های نابه‌جا که یکی از پارامترهای مهم مقاومت به غرقابی نهال‌ها می‌باشد، پس از حدود ۲۰ روز در نهال‌های تحت شرایط غرقاب مشاهده شد (شکل ۱- ب)، که میزان آن در سطح غرقابی دوره‌ای بیش‌تر از غرقابی دایم بود. استرس غرقابی، وزن خشک کل نهال‌های بلندمازو را در سطح اعتماد ۹۵ درصد کاهش داد. در این ارتباط وزن خشک برگ، ریشه و وزن خشک کل گیاه تحت شرایط غرقابی دایم نسبت به تیمار شاهد بیش‌ترین کاهش را داشته است طوری‌که وزن خشک برگ ۹۱ و ۲۲ درصد، وزن خشک ریشه ٦۹ و ۳۷ درصد و وزن خشک کل ٦۱ و ۲۱ درصد به‌ترتیب در تیمارهای غرقابی دایم و دوره‌ای نسبت به شاهد کاهش یافت. وزن خشک ساقه و وزن خشک ریشه به اندام هوایی هم تحت شرایط غرقابی دایم کاهش یافت ولی بین وزن خشک ساقه در تیمار غرقابی دوره‌ای و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده نشد در حالی‌که بین تیمارهای غرقابی دایم و غرقابی دوره در پارامتر وزن خشک ریشه به اندام هوایی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

تنش غرقابی باعث کاهش نرخ فتوسنتز خالص، هدایت روزنه‌ای، میزان تعرق و پتانسیل آبی برگ نهال‌ها شد طوری‌که این کاهش در سطح غرقابی دایم دارای بیش‌ترین مقدار بود. نرخ فتوسنتز در شرایط غرقابی دایم و دوره‌ای به‌ترتیب ٦۳ و ۱۳ درصد کاهش یافت (شکل ۳).

جدول ۲- میانگین و اشتباه معیار صفات اندازه‌گیری شده نهال‌های بلندمازو تحت شرایط غرقابی و شاهد.

صفات	سطوح تیمار		
	غرقابی دایم	غرقابی دوره‌ای	شاهد
طول ریشه اصلی (سانتی‌متر)	٤۲/۰۰±۲/۹۲^{b}	۲۷/۵۰±۱/۳۲^{c}	٦۷/۷۵±۱/٤۹^{a}
طول ریشه اصلی به اندام هوایی	۰/۷۳±۰/۰٤^{b}	۰/٤۰±۰/۰٤^{c}	۱/۰۳±۰/۰٤^{a}
تعداد ریشه نابه‌جا	٦/۵۰±۰/٦۵^{b}	۱۲/۰۰±۰/۸۲^{a}	۰/۰۰±۰/۰۰۰^{c}
وزن خشک برگ (گرم)	۰/۹۸±۰/۰٦^{c}	۸/۸۵±۰/۲۲^{b}	۱۱/۳۳±۰/٦٦^{a}
وزن خشک ساقه (گرم)	۱٦/٦۹±۳/٦۵^{b}	۲٦/٤۲±۱/۸۸^{a}	۲۷/۰٦±۰/۷۸^{a}
وزن خشک ریشه (گرم)	۱۰/۵۱±۰/۸۲^{c}	۲۱/۰۹±۱/۱۲^{b}	۳۳/۵۲±۱/۱۹^{a}
وزن خشک کل (گرم)	۲۸/۱۸±٤/٦٤^{c}	۵٦/۳٦±٤/۲۹^{b}	۷۱/۷۹±۳/٤٤^{a}
وزن خشک ریشه به اندام هوایی	۰/٦۳±۰/۰۷^{b}	۰/٦۰±۰/۰۲^{b}	۰/۸۷±۰/۰۳^{a}



شکل ۳- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیکی نهال‌های بلندمازو تحت شرایط غرقابی.

بحث و نتیجه‌گیری

در برخی مناطق جلگه‌ای نواحی معتدله، گیاهان در معرض اشباع خاک از آب در اثر شرایط غرقابی دایم و یا گذرا قرار دارند. در واقع غرقابی یکی از فاکتورهای مهمی است که زنده‌مانی و رشد و نمو بسیاری از گونه‌های گیاهی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد (دات و همکاران، ۲۰۰٤). زنده‌مانی بالا تحت شرایط غرقابی دایمی و دوره‌ای و بازیابی سریع شرایط اولیه بعد از زه‌کشی یکی از شاخص‌های مهم برای ارزیابی مقاومت به غرقابی گیاهان به‌شمار می‌آید (ورگ‌نهیل، ۲۰۰٦). در این پژوهش نهال‌های یک‌ساله بلندمازو تحت تیمار غرقابی (در ۳ سطح) به‌مدت ۱۲۰ روز مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که زنده‌مانی نهال‌ها تحت شرایط غرقابی دایمی به‌میزان ۱۹ درصد کاهش یافته است ولی در محیط غرقابی دوره‌ای همه نهال‌ها در پایان آزمایش زنده مانده‌اند. به‌نظر می‌رسد علت زنده‌مانی و موفقیت بیش‌تر نهال‌های غرقاب تناوبی نسبت به غرقاب دایم به‌دلیل دسترسی بهتر به اکسیژن مورد نیاز برای متابولیسم هم از طریق تولید بیش‌تر ریشه‌های نابه‌جا و هم از طریق زه‌کشی خاک بوده که به‌دنبال زه‌کشی و خروج آب و کاهش میزان دی‌اکسیدکربن از اطراف محیط ریشه، میزان تبادلات گازی ریشه با محیط پیرامون افزایش یافته و امر باعث افزایش فعالیت‌های فیزیولوژیک و به‌دنبال آن افزایش رشد قسمت‌های مختلف گیاه از جمله رویش اندام هوایی و بیوماس برگ و زنده‌مانی نهال‌ها می‌شود. در همین راستا نتایج ساکیو (۲۰۰۵) نشان داد که زنده‌مانی نهال‌های یک‌ساله *Fraxinus platypoda* پس از ۷ ماه تحمل شرایط غرقابی دایم بدون تغییر بوده و ۱۰۰ درصد نهال‌ها در پایان آزمایش زنده مانده‌اند. همچنین نتایج پژوهش‌های فارمر و پزشکی (۲۰۰٤) نشان داد که

زنده‌مانی نهال‌های *Quercus nuttallii* پس از ۷۲ روز تحمل شرایط غرقابی دوره‌ای (۱۰ روز در شرایط غرقابی و به‌دنبال آن ۱۰ روز زه‌کشی) ۷۸ درصد بوده است.

غرقابی دایمی باعث کاهش شدیدی در رویش ارتفاعی، رویش قطری، بیوماس برگ، بیوماس ساقه، بیوماس ریشه، بیوماس کل شده است طوری‌که باعث کاهش ۳۳ درصد در رویش ارتفاعی و کاهش ٥٤ درصد در رویش قطری نهال‌ها شده است که با نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های مگونیگال و دای (۱۹۹۲) روی نهال‌های دارتالاب پس از یک دوره رویش، قنبری و همکاران (۲۰۱۲) و ساداتی و همکاران (۲۰۱۲) به‌ترتیب روی گونه توسکای ییلاقی و سفید پلت پس از ۱۲۰ روز مطالعه هم‌خوانی دارد. مطالعات انجام شده توسط مگونیگال و دای (۱۹۹۲) روی نهال‌های یک‌ساله *Taxodiom disticum* در یک فصل رویشی نشان داد که هم پارامترهای نام برده در غرقابی دایم نسبت به غرقابی دوره‌ای کاهش بیش‌تری یافته‌اند. غرقابی اثرات مضری روی رشد ساقه بسیاری از گیاهان می‌گذارد و باعث جلوگیری از تشکیل و توسعه برگ‌ها و جوانه‌ها، پیری زودرس برگ‌ها، ریزش برگ‌ها، پژمردگی و در شدت‌های بالاتر باعث مرگ گیاه می‌شود (کوزلووسکی، ۱۹۹۷). هم‌چنین از طریق جلوگیری از تشکیل ریشه، رشد ریشه‌های موجود و میکوریز و پوسیدگی ریشه، باعث کاهش رشد ریشه می‌شود. در واقع شرایط غرقابی باعث کاهش قارچ‌های میکوریز در اطراف ریشه درختان شده و از تشکیل میکوریزهای جدید هم جلوگیری می‌کند (کوزلووسکی و پالاردی، ۱۹۹۷a) در این شرایط رشد ریشه نسبت به ساقه کاهش بیش‌تری داشته که منجر می‌شود نسبت طول ریشه به ساقه و هم‌چنین میزان وزن خشک ریشه به ساقه در مقایسه با شرایط کنترل کاهش یافته (کوزلووسکی، ۱۹۹۷) و این کاهش در نسبت طول ریشه به ساقه سبب کاهش میزان موفقیت استقرار و توانایی رقابتی نهال‌ها می‌گردد (شولتز و تامپسون، ۱۹۹۰).

همانند نتایج این پژوهش، پزشکی و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که سطح برگ، نرخ فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و میزان تعرق نهال‌های بید سیاه (*Salix nigra*) در اثر شرایط غرقابی کاهش یافته طوری‌که این کاهش در سطح غرقابی دایمی بیش‌تر از غرقابی تناوبی بوده است. نتایج پژوهش سعیدی و آزادفر (۲۰۰۹) روی کلن‌های مختلف صنوبر در این راستا نشان داد نرخ فتوسنتز خالص کلن‌های مختلف صنوبر تحت تنش غرقابی نسبت به نهال‌های شاهد کاهش یافته است. همچنین نتایج فارمر و پزشکی (۲۰۰٤) نیز نشان داد که غرقابی دوره‌ای باعث کاهش هدایت روزنه‌ای و نرخ فتوسنتز نهال‌های *Quercus nuttallii* شده است. در شرایط غرقابی نه تنها نرخ فتوسنتز گیاهان غرقاب شده

در اثر بسته شدن روزنه‌ها و به‌دنبال آن جذب دی‌اکسیدکربن توسط برگ‌ها کاهش می‌یابد، بلکه میزان انتقال محصولات فتوسنتزی تولید شده از منابع (به‌عنوان مثال برگ‌ها) به قسمت‌های مستغرق شده (به‌عنوان مثال ریشه) نیز کاهش می‌یابد (گلنز و همکاران، ۲۰۰٦). شناخت پاسخ‌های گیاهان بعد از متوقف کردن شرایط غرقابی و ایجاد شرایط زه‌کشی از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشد. بازیابی و احیا فعالیت‌های فیزولوژیک گیاه بسته به نوع گونه‌ها، سن، کیفیت آب و این‌که چه مدت در شرایط غرقاب قرار داشته است متفاوت می‌باشد (گلنز و همکاران، ۲۰۰٦). در این پژوهش نهال‌های یک‌ساله و گلدانی بلندمازو بعد از ۲ هفته تحمل شرایط غرقاب و ۲ هفته زه‌کشی به‌مدت ٤ ماه پاسخ مناسبی از نظر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی به شرایط غرقاب دوره‌ای نشان داد. پس از این‌که تحت شرایط غرقابی، سیستم ریشه‌ای اصلی گیاه در اثر شرایط غرقابی از بین رفت، ریشه‌های نابه‌جا روی ریشه‌های اصلی و قسمت‌هایی از ساقه که در آب غوطه‌ور هستند، به‌وجود می‌آیند. این ریشه‌ها معمولاً نسبت به ریشه‌هایی که در شرایط مناسبی از نظر هوادهی خاک رشد می‌کنند، ضخیم‌تر و دارای فضای بین سلولی بزرگ‌تری بوده و سازگاری بهتری با شرایط کمبود اکسیژن و افزایش دی‌اکسیدکربن دارند و باعث: ۱) جذب آب، ۲) اکسیژن و مواد غذایی، ۳) شتاب در تخمیر الکلی و مهیا کردن انرژی جبرانی در طول شرایط بی‌هوازی و ٤) آزادسازی ترکیبات سمی مانند دی‌اکسیدکربن، اتانول و اتیلن (مگونیگال و دای، ۱۹۹۲) می‌شوند تا از این طریق موجب حفظ زنده‌مانی نهال‌ها شوند (گلنز و همکاران، ۲۰۰٦). در این پژوهش این نوع از ریشه‌ها در سطح غرقابی دوره‌ای بیش‌تر از غرقابی دایم مشاهده شده‌اند. ظهور این پدیده در نهال‌های توسکای ییلاقی (قنبری و همکاران، ۲۰۱۲)، بید سیاه (پزشکی و همکاران، ۱۹۹۸) صنوبر دلتوئیدس (قنبری و همکاران، ۲۰۱۱)، *Fraxinus mandshurica* (یاماموتو و همکاران، ۱۹۹۵) نیز گزارش شده است.

شاخص فیزیولوژی پتانسیل آبی برگ[1] عامل بسیار مناسبی برای اندازه‌گیری وضعیت آب برگ در گیاهان می‌باشد (ساک‌کالی و اوزتورک، ۲۰۰٤). نتایج این پژوهش نشان داد که غرقابی باعث کاهش در میزان پتانسیل آب برگ نهال‌های بلندمازو شد. طوری‌که از ۱/۰۹- مگاپاسکال در حالت شاهد به ۱/۵۵- مگاپاسکال در حالت غرقابی تناوبی و همچنین ۱/۸٤- در غرقاب دایم کاهش یافت. این یافته‌ها با نتایج درایر و همکاران (۱۹۹٤) روی گونه *Quercus ruber* و *Quercus rubra* و توماس و اشمول (۲۰۰۰) روی گونه *Quercus ruber* و *Quercus petraea* هم‌خوانی دارد. در واقع، بعد از

1- Leaf Water Potential

کاهش فعالیت‌های سیستم ریشه‌ای گیاه در اثر شرایط غرقابی و کاهش هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز، میزان پتانسیل آبی برگ گیاه نیز کاهش می‌یابد (کوزلووسکی، ۱۹۹۷).

نتیجه‌گیری کلی

مناطق جلگه‌ای و کنار رودخانه‌ای همواره در معرض غرقابی تناوبی و دایم قرار دارند و در واقع مسأله هیدرولوژی در این مناطق یکی از اصلی‌ترین عوامل پراکنش گونه‌ها می‌باشد (هیگا و همکاران، ۲۰۱۱). اکوسیستم‌های این نواحی به‌دلیل ارزش زیست‌محیطی، حاصل‌خیزی، تنوع زیستی، ارزش تفرج‌گاهی و خدمات بوم‌شناختی از اهمیت به‌سزایی برخوردار هستند که متأسفانه به‌دلیل تغییر کاربری این اراضی، حضور دام، و فشار تفرج‌گاهی در کنار عوامل طبیعی مانند غرقاب شدن این نواحی که باعث کاهش زادآوری طبیعی این اکوسیستم‌ها می‌شود، در خطر نابودی قرار دارد بنابراین حفظ و احیای این امری ضروری می‌باشد. از آن‌جا که در این مطالعه نهال‌های یک‌ساله بلندمازو پاسخ مورفولوژیک و فیزیولوژیک مناسبی به‌خصوص در تیمار غرقابی دوره‌ای به تنش غرقابی نشان داده‌اند پیشنهاد می‌شود که چنین پژوهش‌هایی با تعداد نهال‌های بیش‌تر در عرصه‌های جنگلی تخریب‌یافته که در معرض شرایط غرقابی قرار دارند و یا مناطقی که زادآوری طبیعی این گونه در اثر شرایط غرقابی محدود می‌شود، به همراه بررسی طولانی‌تر در مراحل رویشی مختلف با این گونه و سایر گونه‌ها (با سرشت اکولوژیک مشابه) انجام شود.

سپاسگزاری

به این وسیله از همکاری و مساعدت کارشناس آزمایشگاه جنگل دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس، آقای مهندس منوچهر نائیجی، که در مراحل مختلف این پژوهش نگارندگان را یاری کردند سپاسگزاری می‌نمایم.

منابع

1.Bihamta, M.R. and Zare Chahouki, M.A. 2011. Principle of statistics for the natural resources science. University of Tehran Press, 300p.
2.Dat, J.F., Capelli, N., Folzer, H., Bourgeade, P. and Badot, P.M. 2004. Sensing and signalling during plant flooding. Plant Physiology and Biochemistry, 42: 273-282.

3.Dreyer, E., Colin-Belgrand, M. and Biron, P. 1991. Photosynthesis and shoot water status of seedlings from different oak species submitted to waterlogging. Annals of Forest Science, 48: 205-214.
4.Farmer, J.W. and Pezeshki, S.R. 2004. Effects of periodic flooding and root pruning on *Quercus nuttallii* seedling. Wetlands Ecology and Management, 12: 205-214.
5.Ghanbary, E., Tabari, M. and Sadati, E. 2011. Growth characteristics of *Populus deltoides* seedlings under flood stress. Iran. J. Plant Biol. 3: 47-58. (In Persian)
6.Ghanbary, E., Tabari, M., González, E. and Zarafshar, M. 2012. Morphophysiological responses of *Alnus subcordata* (L.) seedlings to permanent flooding and partial submersion. Inter. J. Environ. Sci. 4: 1211-1222.
7.Glenz, C., Schlaepfer, R., Iorgulescu, I. and Kienast, F. 2006. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. Forest Ecology and Management, 235: 1-13.
8.Gorji-Bahri, Y. 1987. Quantitative and qualitative study of Querceto-Carpinetum stands in forest of Kheiroudkenar (Nowshahr). Thesis of Master of Science in Natural University of Tehran, 96p.
9.Hasanzadeh Gorttapeh, A. and Ghiyasi, M. 2008. Waterlogging and that's effect on plant ecophysiology. Orumieh University Press, 113p.
10.Higa, M., Moriyama, T. and Ishikawa, S. 2011. Effects of complete submergence on seedling growth and survival of five riparian tree species in the warm-temperate regions of Japan. J. For. Res. 17: 129-136.
11.Jalali, S.Gh. and Hosseini, S.M. 2000. Effects of environmental factors on the natural regeneration of Quercus castaneifolia species in Sourdar of Noor. J. danesh. 74: 31-69. (In Persian)
12.Kozlowski, T.T. 1997. Responses of woody plants to flooding and salinity. Tree Physiology Mongraph, 1: 1-29.
13.Kozlowski, T.T. and Pallardy, S.G. 1997b. Growth Control in Woody Plants. Academic Press, San Diego, 641p.
14.Li, S., Martin, L.T., Pezeshki, S.R. and Shields Jr.F.D. 2005. Responses of black willow (*Salix nigra*) cuttings to simulated herbivory and flooding. Acta Oecologica, 28: 173-180.
15.Megonigal, J.P. and Day, F.P. 1992. Effects of flooding on root and shoot production of bald cypress in large experimental enclosures. Ecology, 73: 1182-1193.
16.Pezeshki, S.R., Anderson, P.H. and Shields Jr.F.D. 1998. Effects of soil moisture regimes on growth and survival of black willow (*Salix nigra*) posts (cuttings). Wetlands, 18: 460-470.
17.Resaneh, Y., Moshtagh, M.H. and Salehi, P. 2001. Quantitative and qualitative study of north forests. In Nation Seminar of Management and Sustainable Development of North Forests, Ramsar, Iran, August 2000, Jahad-e Agriculture Ministry, Forests and Rangs Organization Press, 1: 55-79.

18.Rouhi Moghaddam, A., Ebrahimi, E., Hosseini, S.M., Rahmani, A. and Tabari, M. 2009. Comparison of growth characteristics of oak in pure and mixed plantations. Iran. J. For. Pop. Res. 17: 210-224.
19.Sabeti, H. 2006. Trees and shrubs species of Iran. Yazd University Press, 759p.
20.Sadati, S.E., Tabari, M., Assareh, M.H., Heidari Sharifabad, H. and Fayaz, P. 2011. Response of *Populus caspica* Bornm. seedlings to flooding. Iran. J. For. Pop. Res. 19: 340-355. (In Persian)
21.Saeidi, Z. and Azadfar, D. 2009. Effect of hydromorphy and drought stresses on net photosynthesis rate and viability for three poplar species. J. Wood For. Sci. Technol. 16: 93-106. (In Persian)
22.Sakcali, M.S. and Ozturk, M. 2004. Eco-physiological behaviour of some mediterranean plants as suitable candidates for reclamation of degraded areas. J. Arid Environ. 57: 1-13.
23.Sakio, H. 2005. Effects of flooding on growth of seedlings of woody riparian species. J. For. Res. 10: 341-346.
24.Schultz, R.C. and Thompson, J.R. 1990. Nursery practices that improve hardwood seedling root morphology. Tree Planters' Notes, 41: 21-32.
25.Vreugdenhil, S.J., Kramer, K. and Pelsma, T. 2006. Effects of flooding duration, -frequency and -depth on the presence of saplings of six woody species in north-west Europe. Forest Ecology and Management, 236: 47-55.
26.Xiaoling, L., Chunyan, L., Jin, Y. and Faju, C. 2012. Survival and Recovery Growth of Riparian Plant Distylium chinense Seedlings to Complete Submergence in the Three Gorges Reservoir Region. Procedia Engineering, 28: 85-94.
27.Xiaoling, L., Ning, L., Jin, Y., Fuzhou, Y., Faju, C. and Fangqing, C. 2011. Morphological and photosynthetic responses of riparian plant *Distylium chinense* seedlings to simulated autumn and winter flooding in Three Gorges Reservoir Region of the Yangtze River, China. Acta Ecologica Sinica, 31: 31-39.
28.Yamamoto, F., Sakata, T. and Terazawa, K. 1995. Physiological, morphological and anatomical responses of *Fraxinus mandshurica* seedlings to flooding. Tree Physiology, 15: 713-719.
29.Yang, Y., Liu, Q., Han, C., Qiao, Y.Z., Yao, X.Q. and Yin, H.J. 2007. Influence of water stress and low irradiance on morphological and physiological characteristics of *Picea asperata* seedlings. Photosynthetica, 45: 613-619.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 20 (4), 2014
http://jwfst.gau.ac.ir

Effect of permanent and periodic flooding treatments on growth, morphological and physiological characteristics of one-year old potted seedlings of *Quercus castaneifolia* in Noor lowland

Gh.A. Parad[1], *M. Tabari[2] and S.E. Sadati[3]
[1]M.Sc. Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran,
[2]Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran,
[3]Assistant Prof., Research Center of Forests and Rangelands, Mazandaran
Received: 11/04/2012; Accepted: 12/03/2013

Abstract

In order to examine the growth, morphological and physiological changes of one-year old potted seedlings of *Quercus castaneifolia*, a research was performed based on completely randomized design with 3 treatments and 4 replicates (with 48 seedlings) in regimes of permanent flooding and periodic flooding (two weeks in between until 120 days) and in the Natural Resources of Tarbiat Modares University of Noor on 120 days. Analysis of LSD's test showed that the permanent flooding decreased 19% in survival as compared with control seedlings. This is while, that all seedlings in periodic flooding were survived with respect to controls. This reason may be contributed to producing of adventitious and soil drainage that caused increasing gas exchange of rhizosphere. Also flooding decreased growth characteristics, biomass accumulation, and physiological activity such as photosynthetic, stomatal conductance, transpiration and leaf water potential. Of course, except root length and the root/shoot ratio, other parameters in permanent flooding were smaller than those of in periodic flooding. In contrast, diameter growth response in periodic flooding was higher than that in permanent flooding and it was a little greater than that in control. The reason of this phenomenon may be attributed to the development of woody xylem cells. Generally, on the base of findings in this research, it can be stated that *Q. castaneifolia* seedling is relatively tolerant to flooding (particularly to periodic flooding). It is suggested that for restoration of degraded forests exposed on flooding stresses and or where the natural regeneration of this species is being restricted by flooding, such a research with further seedlings, in different growth phases and during longer periods can be used with this species and also other species with similar ecological nature.

Keywords: Adventitious roots, Flooding stress, Noor lowland, Stomatal conductance, *Q. castaneifolia*

* Corresponding Author; Email: masoudtabari@yahoo.com